

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-177569

(43)Date of publication of application : 14.07.1995

(51)Int.Cl.

H04Q 7/38
H04B 1/707

(21)Application number : 05-307635

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 08.12.1993

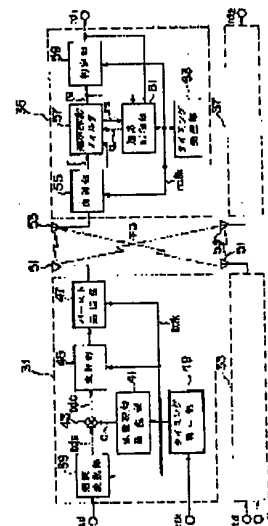
(72)Inventor : SATO TOSHIBUMI

(54) MOBILE COMMUNICATION EQUIPMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the equipment realized with comparatively simple configuration by enhancing a channel capacity of a mobile communication system especially a cellular system, tracing movement of a transmission line (fading) specific to mobile communication and easily introducing a future multi-bit rate service.

CONSTITUTION: The equipment is provided with a couple of transmitters 31, 33 and receivers 35, 37 per one channel. Each of the transmitters 31, 33 consists of a speed conversion section 39, a spread code generating section 41, a spread section 43, a modulation section 45, a burst transmission section 47, a timing generating section 49 and an antenna 51. Each of the receivers 35, 37 consists of an antenna 53, a demodulation section 55, an adaptive inverse spread filter 57, a discrimination section 59, an adaptive control section 61, and a timing generating section 63. The mobile communication transmitter-receiver adopts the combination of the time division multiplex system (TDMA) and the code division multiplexer system (CDMA) and the receiver adopts an interference canceller using the adaptive inverse spread filter to obtain a far excellent characteristic in comparison with single characteristics.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.06.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 01.10.1996

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2636712

[Date of registration] 25.04.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 08-18368

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 31.10.1996

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-177569

(43) 公開日 平成7年(1995)7月14日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H04Q 7/38				
H04B 1/707		7605-5K	H04B 7/26 H04J 13/00	109 N D

審査請求 有 請求項の数 9 OL (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平5-307635
(22) 出願日 平成5年(1993)12月8日

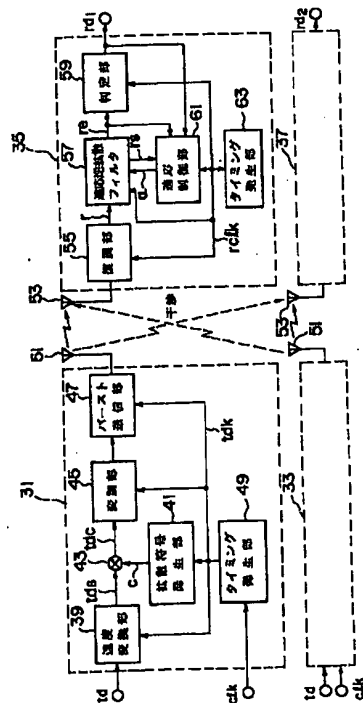
(71) 出願人 000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号
(72) 発明者 佐藤 俊文
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54) 【発明の名称】 移動通信装置

(57) 【要約】

【目的】 移動通信システム、特にセルラシステムのチャネル容量を高め、かつ比較的簡単な構成で実現でき、移動通信特有の伝送路移動（フェージング）に追従できる移動通信受信装置を提供する。また、将来のマルチビットレートサービスを容易に導入できる装置を提供する。

【構成】 1チャネルあたり1組の送信機31、33と受信機35、37とを備えている。送信機31、33は速度変換部39と、拡散符号発生部41と、拡散部43と、変調部45と、バースト送信部47と、タイミング発生部49とアンテナ51とにより構成される。受信機35、37はアンテナ33と、復調部55と、適応逆拡散フィルタ57と、判定部59と、適応制御部61と、タイミング発生部63と、で構成される。移動通信送受信機は時分割多重方式（TDMA）と符号分割多重方式（CDMA）を組み合わせ、受信機に適応逆拡散フィルタを用いた干渉キャンセラを採用することにより、それぞれ単独の特性と比べ、はるかに秀でた特性を得るものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動通信装置の送信機において、前記送信機は1フレーム中の1つあるいは複数のスロットでデータを発生し、前記データを拡散符号で拡散して送信することを特徴とする送信機。

【請求項2】 請求項1の移動通信装置の送信機において、前記送信データは中央部にトレーニング信号を含み、前記トレーニング信号は少なくとも同一のスロットを割り当てられた複数の送信機ではお互いに異なっていることを特徴とする移動通信装置の送信機。

【請求項3】 1チャンネルあたり1組の送信機と受信機とを備え、予め定められたタイミングにより送信データを取り込み、送信信号として送信する移動通信装置の送信機において、前記送信機は、送信データのビットレートを変換して速度変換データを生成する速度変換部と、拡散符号を表す拡散信号生成する拡散符号発生部と、前記拡散符号により前記速度変換データを拡散して拡散データを生成する拡散部と、前記拡散データ信号を変調して変調信号を出力する変調部と、自送信機に割り当てられたスロットでのみ前記変調信号を送信信号としてアンテナを介して送信するバースト送信部とを備えていることを特徴とする移動通信装置の送信機。

【請求項4】 移動通信装置の受信機において、前記受信機は、適応逆拡散フィルタで受信することを特徴とする移動通信装置の受信機。

【請求項5】 1チャンネルあたり1組の送信機と受信機とを備え、予め定められたタイミングにより受信信号を受信して受信データを生成する移動通信装置の受信機において、前記受信機は、アンテナを介して取り込まれた受信信号をベースバンド信号に復調する復調部と、前記ベースバンド信号を与えられたフィルタ係数により逆拡散して逆拡散信号を生成する適応逆拡散フィルタと、前記逆拡散信号を雑音を含まないデータか否かを判定し、雑音を含まない受信データのみを出力する判定部と、前記逆拡散信号の誤差電力を最小とるように前記逆拡散フィルタにフィルタ係数を与える適応制御部とを備えていることを特徴とする移動通信装置の受信機。

【請求項6】 請求項5記載の移動通信装置の受信機において、前記適応逆拡散フィルタは、サンプリング回路と、適応FIRフィルタと、加算器と、可変係数掛算器とを備えていることを特徴とする移動通信装置の受信機。

【請求項7】 請求項6記載の移動通信装置の受信機において、前記適応逆拡散フィルタは、更にメモリ回路と並び換え回路を備えていることを特徴とする受信機。

【請求項8】 請求項1乃至3のうちのいずれか記載の送信機と請求項4乃至7のいずれか記載の受信機とで構成されることを特徴とする移動通信装置。

【請求項9】 請求項8記載の移動通信装置において、1つの移動通信基地局とその移動通信基地局と通信を行

う複数の移動機により構成されるセルを複数備えたセルラシステムで用いられ、前記各セルの移動機のタイミング発生部と基地局受信機のタイミング発生部は基地局送信機のタイミング発生部に同期しており、全セルの基地局送信機のタイミング発生部が同期していることを特徴とする移動通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、移動通信システム、特に自動車電話・携帯電話システム（セルラシステム）の送受信装置に関し、特に他セルとの同一周波数干渉、フェージングの影響を低減させる送受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のデジタル自動車電話・携帯電話システム（セルラシステム）として、時分割多元接続方式（TDMA）を用いた日本標準方式（PDC：RCR STD27A）、北米標準方式（TIA IS54）、ヨーロッパ標準方式（ETSI GSM）および符号分割多元接続方式（CDMA）を用いた北米標準方式（TIA IS95）が知られている。

【0003】また、特開昭63-35025号公報（以下、従来例1と呼ぶ。）には時分割多重（TDM）と符号分割多重（CDM）を組み合わせたシステムが提案されている。ただし、従来例1には基地局から移動機への下り方向のみTDM及びCDMの組み合わせが採用されており、全チャンネルのデータが正確に同期したシステムである。したがって、一つの基地局からN個の移動機への接続（1→N接続）であり、N個の基地局からN個の移動機への接続（N→N接続）あるいはN個の基地局からN個の移動機への接続（N→1接続）という多元接続ではない。また適応逆拡散フィルタによる受信は考慮されていない。

【0004】一方、特開平4-351130号公報（以下、従来例2と呼ぶ）では、CDMAの送受信方式として、同じ拡散符号で拡散した複数の送信データを時間をずらせて送信し、整合フィルタではなく逆フィルタで受信する方法が提案されている。従来例2に示された逆フィルタは受信応答がクロネッカのデルタ関数に近似するように制御されている。この方式は、送信データの時間ずれをチップ時間と伝送路の遅延広がりとの和以上にしなければならず、CDMA多重数に制限がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、TDMA方式では同一周波数干渉を除去できないため、同一周波数は距離の離れたセルでしか使えなかった。例えば4セルあるいは7セルのクラスタに分け同一クラスタ内では同一周波数を使えないため周波数の利用効率が低いという欠点があった。また、TDMA方式では、1チャンネルあたりの周波数帯域幅が狭いためマルチパスを分離できず、パスダイバーシティ効果が得られない。したがっ

て、フェージングマージンを大きくとってセル設計しなければならないという欠点がある。

【0006】一方、CDMA方式では、すべてのセルで同一周波数を利用でき、また簡単なRAKE受信機でパスダイバーシティ効果を得られるという利点があるが、チャンネル間の干渉を0にできないため、移動機から基地局への上りチャンネルに適用するときは正確なパワーコントロールが行われなければ受信できなくなるという欠点がある。

【0007】そこで、本発明の第1の技術的課題は、移動通信システム、特にセルラシステムのチャンネル容量を高め、かつ比較的簡単な構成で実現でき、移動通信特有の伝送変動（フェージング）に追従できる移動通信装置を提供することにある。

【0008】また、本発明の第2の技術的課題は、将来のマルチビットレートサービスを容易に導入できる移動通信装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、移動通信装置の送信機において、前記送信機は1フレーム中の1つあるいは複数のスロットでデータを発生し、前記データを拡散符号で拡散して送信することを特徴とする。

【0010】また、本発明は、前記移動通信装置の送信機において、前記送信データは中央部にトレーニング信号を含み、前記トレーニング信号は少なくとも同一のスロットを割り当てられた複数の送信機ではお互いに異なっていることを特徴とする。

【0011】また、本発明は、1チャンネルあたり1組の送信機と受信機とを備え、予め定められたタイミングにより送信データを取り込み、送信信号として送信する移動通信装置の送信機において、前記送信機は、送信データのビットレートを変換して速度変換データを生成する速度変換部と、拡散符号を表す拡散信号生成する拡散符号発生部と、前記拡散符号により前記速度変換データを拡散して拡散データを生成する拡散部と、前記拡散データ信号を変調して変調信号を出力する変調部と、自送信機に割り当てられたスロットでのみ前記変調信号を送信信号としてアンテナを介して送信するバースト送信部とを備えていることを特徴とする。

【0012】また、本発明は、移動通信装置の受信機において、前記受信機は、適応逆拡散フィルタで受信することを特徴とする。

【0013】また、本発明は、1チャンネルあたり1組の送信機と受信機とを備え、予め定められたタイミングにより受信信号を受信して受信データを生成する移動通信装置の受信機において、前記受信機は、アンテナを介して取り込まれた受信信号をベースバンド信号に復調する復調部と、前記ベースバンド信号を与えられたフィルタ係数により逆拡散して逆拡散信号を生成する適応逆拡散フィルタと、前記逆拡散信号を雑音を含まないデータか

否かを判定し、雑音を含まない受信データのみを出力する判定部と、前記逆拡散信号の誤差電力を最小とするように前記逆拡散フィルタにフィルタ係数を与える適応制御部とを備えていることを特徴とする。

【0014】また、本発明は、前記移動通信装置の受信機において、前記適応逆拡散フィルタは、サンプリング回路と、適応FIRフィルタと、加算器と、可変係数掛算器とを備えていることを特徴とする。

【0015】さらに、また、本発明は、前記移動通信装置の受信機において、前記適応逆拡散フィルタは、更にメモリ回路と並び換え回路を備えていることを特徴とする。

【0016】また、本発明は前記いずれかの送信機と前記いずれかの受信機とで構成されることを特徴とする。

【0017】また、本発明は、前記移動通信装置において、1つの移動通信基地局とその移動通信基地局と通信を行う複数の移動機により構成されるセルを複数備えたセルラシステムで用いられ、前記各セルの移動機のタイミング発生部と基地局受信機のタイミング発生部は基地局送信機のタイミング発生部に同期しており、全セルの基地局送信機のタイミング発生部が同期していることを特徴とする。

【0018】

【実施例】次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0019】図1は、本発明の移動通信装置を複数の基地局を含むセルラシステムに適用した例を示している。各基地局（BS1、BS2、BS3）11（1）、11（2）、11（3）は、移動通信交換局（MSC）13を介して公衆網15に接続すると共にMSC13からタイミング信号19を与えられるため同期して動作する。また、各基地局（BS1、BS2、BS3）11（1）、2、3）は、送受信信号21を介して、各セル23（1）、29（2）、29（3）の移動通信装置（MS）25に接続されている。

【0020】図2は図1の移動通信装置（MS）のブロック図である。図2を参照すると、本発明の実施例に係る移動通信装置は、1チャンネルあたり第1及び第2の送信機31、33と第1及び第2の受信機35、37とを備えている。第1及び第2の送信機31、33は、互いに同じ構成を有するので、第2の送信機33の説明は省略する。第1の送信機31は速度変換部39と、拡散符号発生部41と、拡散部43と、変調部45と、バースト送信部47と、タイミング発生部49と、アンテナ51とを備えている。また、第1及び第2の受信機35、37は、互いに同じ構成を有するので、第2の受信機37の説明は省略する。第1の受信機35は、アンテナ53と、復調部55と、適応逆拡散フィルタ57と、判定部59と、適応制御部61と、タイミング発生部63とを備えている。

【0021】第1の受信機35のタイミング発生部63は受信信号から同期信号を抽出し基地局(BS1)からの下り信号に同期して動作する。第1の送信機31のタイミング発生部49は第1の受信機31のタイミング発生部63に同期して動作する。ただし基地局(BS1, BS2, BS3)と移動通信装置(MS)との距離は変化するため、電波の伝搬時間に相当する時間のタイミング誤差を発生する。1スロットの時間はこの伝搬時間に比べ十分長くとられる。

【0022】次に本発明の一実施例の動作について説明する。TDMAの多重数(フレーム周期/スロット周期)をL、CDMAの拡散率をMとする。図3は図2の送信機の動作説明に供する図である。図3をも参照して、送信機の動作について説明する。速度変換部39は、送信データtdをNビットを1フレームとして区切り速度変換して1スロットの時間に圧縮して、圧縮した信号tdsを出力する。したがって信号tdsのビットレートは信号tdのL倍となる。拡散部23は時間圧縮された送信データtdsをMチップ周期の拡散符号cで拡散して、拡散信号tdcを出力する。拡散された送信データtdcのチップレートは送信データtdのビットレートのL×M倍になっている。拡散された送信データtdcは変調部45で4相移送変調(QPSK変調)され、バースト送信部47は自送信機に割り当てられたタイムスロットでバースト送信する。割り当てられるタイムスロットは通常1フレームに1スロットであるが、複数スロットを割り当てることもできる。割り当てるスロット数を変えることで情報レートを変えることができる(マルチビットレート)。

【0023】図4は、複数のチャネル(複数の送受信機)を含むシステムでの送信バーストを示している。1フレームはLスロットに分割されており、各チャネル(CH1, CH2, CH3...CHL...CH2L+1)には1つあるいは複数のスロットが割り当てられ、各送信機は割り当てられたスロットでバースト送信する。TDMAの場合と異なり各スロットは複数のチャネルで共用されている。

【0024】次に受信機の動作について説明する。第1及び第2の受信機35、37では受信した信号を復調部55で復調し受信ベースバンド信号rを得る。この受信ベースバンド信号rは自受信機あての信号以外に符号分割多重化(CDMA)された他受信機あての信号も含んでいる。この他受信機あての信号成分は干渉信号とみなされる。自受信機あての信号を取り出すため、本発明では適応逆拡散フィルタ57を使って逆拡散を行う。

【0025】図5は図2の適応逆拡散フィルタ57の一例を示すブロック図である。図5を参照すると、適応逆拡散フィルタ57は、サンプリング回路65、67と、シフトレジスタ69と、可変係数掛け算器71と、加算器73とを備えている。

【0026】図5をも参照して、復調部35からの受信ベースバンド信号rは、適応逆拡散フィルタ37内のサンプリング回路65でチップレート2倍でサンプリングされ、シフトレジスタからなる適応FIRフィルタ69に入力される。適応FIRフィルタ69の出力はサンプリング回路67で1ビット周期に1回サンプルされ、適応逆拡散フィルタ57の出力信号reとなる。適応制御部41は適応FIRフィルタ69のタップ係数 a_i ($i=0 \sim 6M-1$)を示す制御信号aを出力する。タップ係数 a_i は適応逆拡散フィルタ57の出力信号reとこの出力信号reを判定したデータ(雑音を含まないデータ)との誤差電力が最小となるように制御される。バースト受信開始直後で適応FIRフィルタのタップ係数 a_i が収束するまでは送信側・受信側であらかじめ既知のトレーニング信号を送受する。係数 a_i が収束した後は、判定部39から正しいデータが出力されるため、適応逆フィルタの出力信号reと判定データrdの誤差電力を最小とするフィルタ係数を逐次修正することより電送路特性の変動に追従する。誤差電力を最小とする適応制御アルゴリズムとしては、簡単な構成のものとして、収束速度の遅いLMSアルゴリズム、収束速度は速いが複雑なRLSアルゴリズム等が使用できるがこれらに限定されるものではない。

【0027】なお、誤差を発生させる要因は他受信機あての信号成分(干渉信号)と受信機雑音である。したがって、干渉信号電力が受信機雑音電力よりも著しく大きいとき、適応逆拡散フィルタ57は干渉信号をキャンセルするように動作する。

【0028】ところで、移動通信では移動通信装置(MS)が移動するため、また基地局BSと移動機MSとは通常見通し外通信となるためマルチパスフェージングという現象が発生する。適応制御部61はこのマルチパスフェージングによる伝送路特性の変動に追従しなければならない。適応制御部61は1ビットに1回適応動作を行うため、ビットレートが速くなるほど伝送路変動に追従しやすくなる。また、適応制御部61は自受信信号と干渉信号の電力比(S/I 比)が大きいほど収束速度が速くなる。本発明ではL多重TAMAであるため、TDMAを行わないときに比べビットレートがL倍になっているため、L倍の速さのフェージングに追従可能である。また、同一周波数のチャネル数を一定とすると S/I 比も約L倍となるため収束速度が速くなっている。

【0029】拡散率NのCDMAを行うことにより、 $N \times L$ 多重のTDMAを行う場合に比べ同期精度を $1/N$ に甘くすることができ、またピーク送信電力を $1/N$ にできる。適応逆拡散フィルタにより干渉信号を抑圧することができるため、同一セル内で同一TDMAスロットを複数のチャネルで利用でき、 $N \times L$ 多重TDMAに比べチャネル数の現象を少なく抑えることができる。また、他セルからの干渉を除去できるため、TDMAのみ

の場合と異なり隣接したセルで同一の周波数を利用することができる。

【0030】マルチパスフェージングでは、CDMAのチップレートを速くするほど独立なパスを分離できるようになり、大きなパスダイバーシティ効果が得られる。一方、適応逆拡散フィルタのタップ数は拡散率 N の6倍必要なため、拡散率を大きくすることでチップレートを速くするとハードウェア規模が大きくなってしまふ。本実施例では拡散率を適当な値に保ちながらチップレートを速くできるため、ハードウェア規模を増やさずに大きなパスダイバーシティ効果が得られる。

【0031】図6は本発明の移動通信送受信装置における適応逆拡散フィルタ57の他の例を示している。受信ベースバンド信号 r は、サンプリング回路65によりチップレートの2倍のレートでサンプリングされた後、直ちに適応FIRフィルタ69に入力されるのではなく、1スロット分メモリ75に蓄えられ、並び替え回路77で並び替えられた後適応FIRフィルタ69に入力される。

【0032】図7は本発明の実施例に用いられる送受信データを示している。図7を参照して、送受信データは中央に送受信機で既知のトレーニング信号を含んでいる。並び替え回路75はまず中央のトレーニング信号を適応FIRフィルタに入力することにより適応逆拡散フィルタ57のトレーニングを行う。このトレーニング信号は同一ハロットを共用する異なるチャンネルを区別するため互いに異なった符号系列が用いられる。たとえばM系列の位相をチャンネル毎にずらせたトレーニング信号を用いれば良い。なお、トレーニング系列を中央に配置するのは図2を参照するとわかるように、バースト先頭部はチャンネル毎の伝搬遅延時間の差によりバースト開始タイミングが微妙に異なっており他チャンネルからの干渉状態がバーストの中と異なっているため、適応逆拡散フィルタ57をバースト先頭部のトレーニング信号でトレーニングさせると最適ではない値に設定される危険があるためである。また、TDMAにおける等化器の場合と同様、中央のトレーニング信号からスタートして前後に適応動作させた方が等価的にバースト長が短くなるため、適応動作がバースト途中ではずれてしまうという確率を小さくできる。

【0033】従って、本発明の実施例に係る移動通信送受信機は時分割多重方式(TDMA)と符号分割多重方式(CDMA)を組み合わせ、受信機に適応逆拡散フィルタ57を用いた干渉キャンセラを採用することにより、それぞれ単独の特性と比べ、はるかに秀でた特性を得るものである。

【0034】

【発明の効果】以上説明したように本発明の移動通信送受信機は、1フレームを複数(L)のスロットに分割し、1つのチャンネルに1つあるいは複数のスロットを割

り当てる時分割多元接続方式(TDMA)と、スロット内のデータをチャンネル毎に異なった拡散符号で拡散する符号分割多元接続方式(CDMA)を組み合わせ、かつ、受信機では適応逆拡散フィルタを用いて干渉信号の抑圧を行うことにより、それぞれ単独の特性と比べ、はるかに秀でた特性を得るものである。

【0035】すなわち、チップレートを速くすることができるため、マルチパスを分離できパスダイバーシティ効果が得られる。チップレート独立に拡散率を決められるため周波数利用効率を落とすことなく符号分離多重数を一定数以下に抑えることができ適応逆拡散フィルタ(干渉キャンセラ)の初期引き込み時間を短くすることができ、また、適応逆拡散フィルタ(干渉キャンセラ)のタップ数を減らすことができる。ビットレートをフェージングの変動の速さに比べ高速にできるため、適応逆拡散フィルタ(干渉キャンセラ)の伝送路変動に対する追従速度を高めることができる。TDMAの複数スロットを用いることで、適応逆拡散フィルタ(干渉キャンセラ)の動作を複雑にすることなくマルチビットレートサービスを導入できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係る移動通信装置をセルラシステムに適用したときのシステム構成を示す図である。

【図2】本発明の実施例に係る移動通信装置の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施例に係る移動通信装置の送信機の動作を示すタイミング図である。

【図4】本発明の実施例に係る移動通信装置をセルラシステムに適用したときの各送信機の動作を示すタイミング図である。

【図5】本発明の実施例に係る移動通信装置の受信機の適応逆拡散フィルタの一例を示すブロック図である。

【図6】本発明の実施例に係る移動通信装置の受信機の適応逆拡散フィルタの他の例を示すブロック図である。

【図7】本発明の送信データフォーマットを示すタイミング図である。

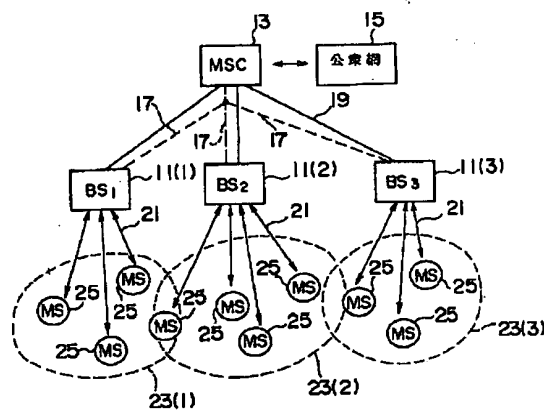
【符号の説明】

31, 33	送信機
35, 37	受信機
39	速度変換部
41	拡散符号発生部
43	拡散部
45	変調部
47	バースト送信部
49	タイミング発生部
51	アンテナ
53	アンテナ
55	復調部
57	適応逆拡散フィルタ
59	判定部

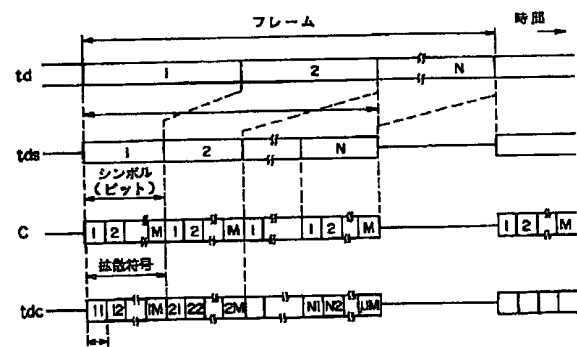
61 適応制御部
63 タイミング発生部
65, 67 サンプル回路
69 シフトレジスタ
71 加算器
73 可変係数掛け算器
75 メモリ
77 並べ換え回路
td 送信データ
tds 速度変換データ

tdc 拡散データ
c 拡散信号
tclk 送信タイミング信号
clk クロック信号
r ベースバンド信号
re 逆拡散信号
rd1, rd2 受信データ
a 適応逆拡散フィルタのフィルタ係数
rs 適応逆拡散フィルタの内部状態を示す信号
rclk 受信タイミング信号

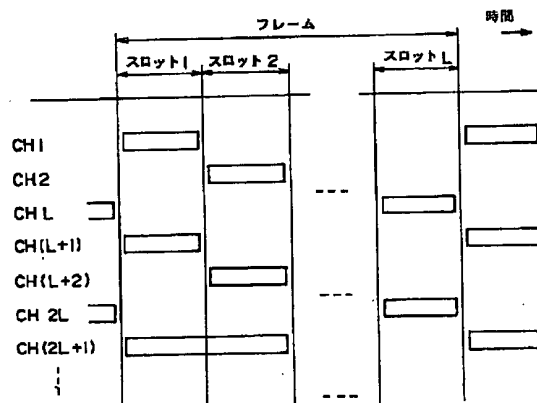
【図 1】



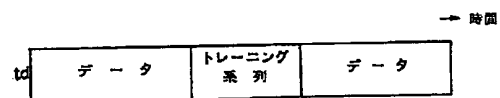
【図 3】



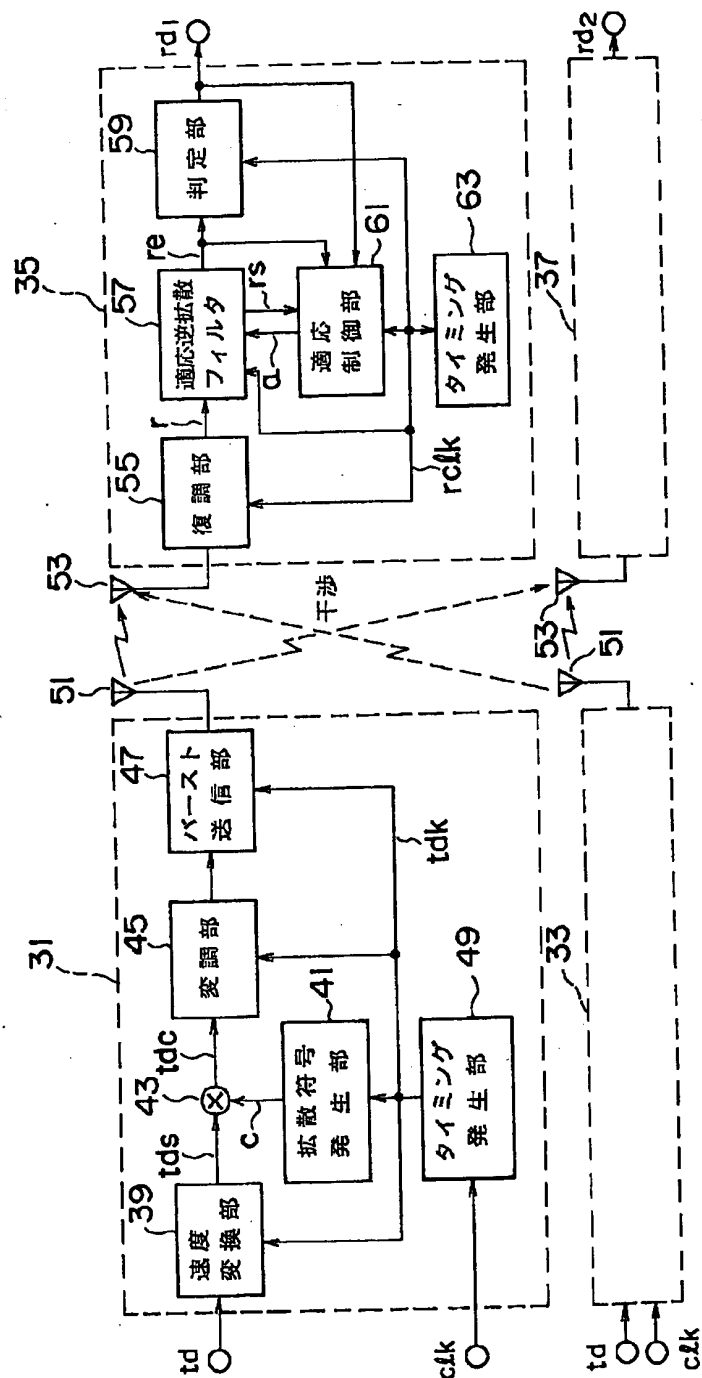
【図 4】



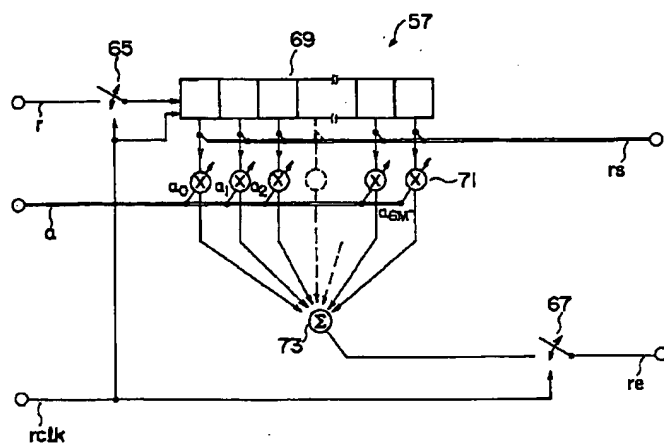
【図 7】



【図2】



【図5】



【図6】

